Aus dem Institut für Strahlenkunde der Universität Erlangen-Nürnberg
Leiter: Prof. Dr. Ing. F. Wachsmann

Relative Tiefendosen und Dosisverlauf außerhalb des ausgeblendeten Strahlenkegels bei Diagnostikstrahlungen verschiedener Homogenität

Inaugural-Dissertation
zur
Erlangung der Doktorwürde
der
Hohen Medizinischen Fakultät
der
Friedrich-Alexander-Universität
Erlangen - Nürnberg 1963

Vorgelegt von

Rainer Jaschke

D 29

1. Referent: Prof. Dr. Ing. F. Wachsmann

2. Referent: Prof. Dr. med N. Henning

Tag der mündlichen Prüfung: 30. 10. 1963

Biophysik 1, 108—113 (1963)

Aus dem Institut für physikalische und medizinische Strahlenkunde
der Universität Erlangen-Nürnberg
(Leiter: Prof. Dr. F. WACHSMANN)

Tiefendosis und seitlicher Dosisabfall bei Strahlungen verschiedener Homogenität

Von

F. WACHSMANN und R. JASCHKE

Mit 7 Textabbildungen

(Eingegangen am 25. März 1963)

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Im Zusammenhang mit Untersuchungen zur Frage der Patientendosimetrie führten wir kürzlich einige Dosismessungen mit Strahlungen verschiedener Homogenität durch, deren Ergebnisse — auch wenn sich dabei nichts grundsätzlich Neues ergab — wert erscheinen, mitgeteilt zu werden. Diese betreffen im wesentlichen folgende Fragen:

1. Dosisabfall (relative Tiefendosis) bei großen Feldern bis 900 cm².
2. Abfall der Dosis außerhalb der ausgeleuchteten Felder bei Feldgrößen von 100 und 900 cm².
3. Relative Tiefendosis und Streustrahlung bei Strahlungen gleicher Halbwertschicht und verschiedener Homogenität.

1. Abfall der relativen Tiefendosis bei großen Feldern

Die vor allem in der Strahlentherapie benützten Tabellen und Kurven enthalten meist nur Angaben für Feldgrößen bis maximal 400 cm². Dies genügt für die Zwecke der Therapie in der Regel, da größere Felder nur selten benützt werden. In der Röntgendiagnostik kommen bei Übersichtsaufnahmen am Körperstamm aber sehr häufig größere Felder zur Anwendung. Um festzustellen, wie sich die Feldgröße auf die relative Tiefendosis bei größeren Feldern auswirkt, wurden daher in einem Wasserphantom von 106 × 38 × 38 cm Größe unter Verwendung handelsüblicher Meßgeräte (Simplex-Dosimeter mit Normalkammer der Physikalisch-Technischen Werkstätten, die im Bereich von 2 mm *Al* bis 2 mm *Cu HWS* praktisch wellenlängenunabhängig ist) Messungen durchgeführt, deren Ergebnisse in Abb. 1 wiedergegeben sind.

Aus Abb. 1 erkennt man sehr deutlich, daß bei den weichen Strahlungen (50 bzw. 60 kV Gleichspannung, 1 bzw. 2 mm *Al*-Gesamtfilterung, *HWS* 1 bzw. 2 mm *Al*) eine Vergrößerung der Feldabmessungen von 100 auf 900 cm² nur sehr wenig zur Erhöhung der relativen Tiefendosis beiträgt, daß dagegen aber der Anstieg bei den härteren Strahlungen (100 kV Gleichspannung, 4 mm *Al*-Gesamtfilterung, *HWS* 4 mm *Al* bzw. mehr) doch sehr deutlich ist. Dies ist offenbar darauf zurückzuführen, daß die Reichweite der Streustrahlung — auf die ja der

Anstieg der relativen Tiefendosis bei wachsender Feldgröße zurückzuführen ist — bei weichen Strahlungen nur klein ist. Vergleichsweise wurde bei der härteren untersuchten Strahlung auch der Dosisabfall für eine Feldgröße von 400 cm² ein-

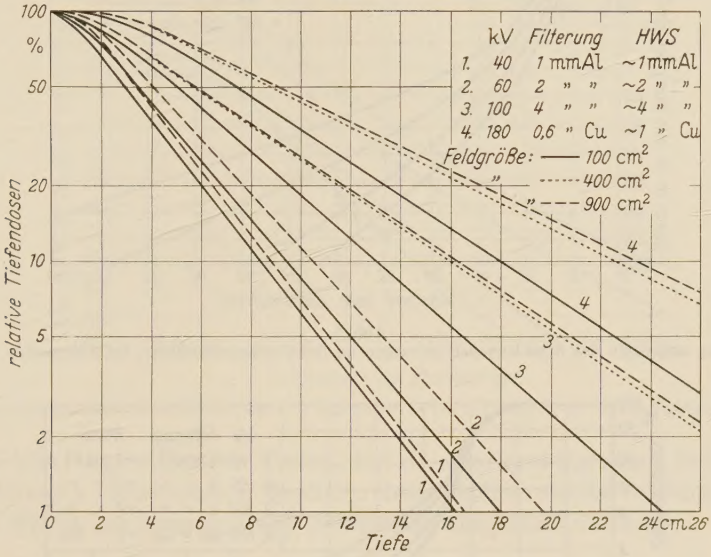


Abb. 1. Tiefendosen bei Strahlungen verschiedener Qualität bei Feldgrößen von 100, 400 und 900 cm² (FHA 90 cm)

gezeichnet. Diesem gegenüber ist der Anstieg dann allerdings nicht mehr sehr wesentlich.

Zusammengefaßt kann also gesagt werden, daß eine Erhöhung der Feldgröße über 400 cm² im Gebiet der Röntgendiagnostik bis zu den härtesten hier benützten Strahlungen (180 kV Gleichspannung, 0,6 mm *Cu*-Gesamtfilterung, *HWS* 1 mm *Cu*) kaum mehr einen Anstieg der relativen Tiefendosis gegenüber den für 400 cm² geltenden Werten bewirkt.

2. Streustrahlung außerhalb der ausgeblendeten Felder

Am gleichen Wasserphantom (106 × 38 × 38 cm) wurde unter Verwendung der Normalkammer des Simplex-Dosimeters der Physikalisch-Technischen Werkstätten der Dosisabfall von der Feldmitte bis zum Feldrand und über diesen hinaus mit Kondensatorkammern (Zylinderkammern von 15 mm Durchmesser) des Kondiometers der gleichen Firma gemessen. Diese Messungen wurden für Feldgrößen von 100 und 900 cm², und zwar jeweils an der Wasseroberfläche und in 10 cm Tiefe für Strahlungen verschiedener Härte ausgeführt. Die Ergebnisse sind — immer bezogen auf die Dosis im Zentralstrahl an der Phantomoberfläche — in den Abb. 2 bis 5 dargestellt. Aus ihnen erkennt man deutlich, daß die bündelfremde Streustrahlung mit der Härte der Strahlung sowohl an der Oberfläche als auch in der Tiefe stark zunimmt. Die Werte können z. B. dazu benützt werden, die Größe der Gonadendosis abzuschätzen. Die gefundenen Meßwerte stimmen mit den Messungen anderer Autoren (z. B. Dorneich, Götz und Weigand [2]) gut überein und bestätigen z. B. die von Frik [3] festgestellte Tatsache, daß die

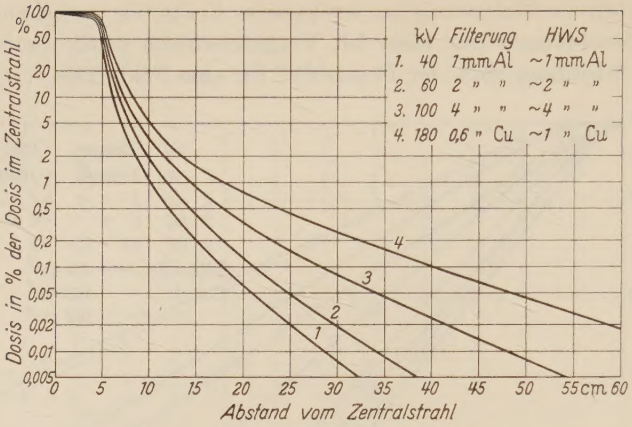


Abb. 2
Streustrahlung außerhalb des Strahlenkegels gemessen an der Phantomoberfläche bei Feldgrößen von 100 cm²

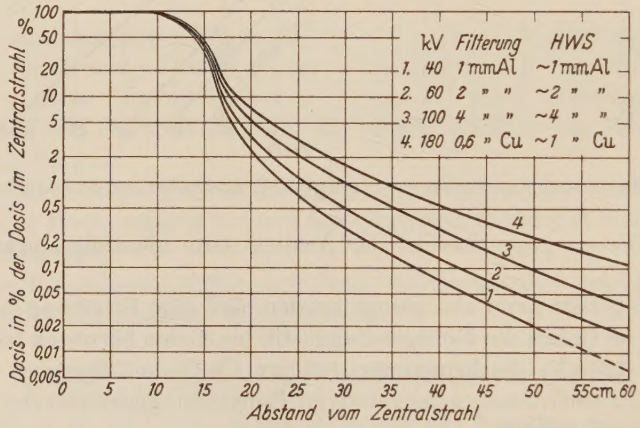


Abb. 3
Streustrahlung außerhalb des Strahlenkegels gemessen an der Phantomoberfläche bei Feldgrößen von 900 cm²

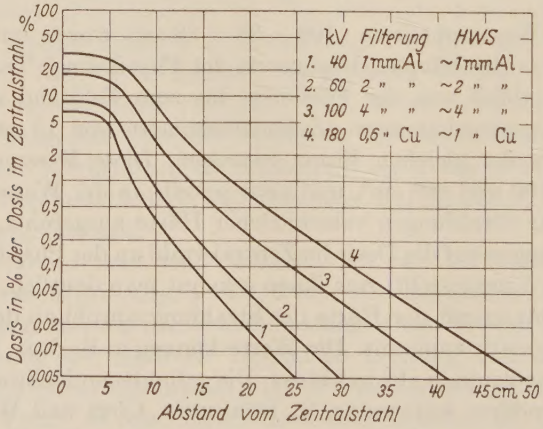


Abb. 4. Streustrahlung außerhalb des Strahlenkegels gemessen in 10 cm Phantomtiefe bei Feldgrößen von 100 cm²

Hartstrahltechnik trotz Herabsetzung der Dosis am Strahleneinfallsfeld eine Erhöhung der Gonadendosis bedeutet. Gegenüber den bereits bekannten Messungen,

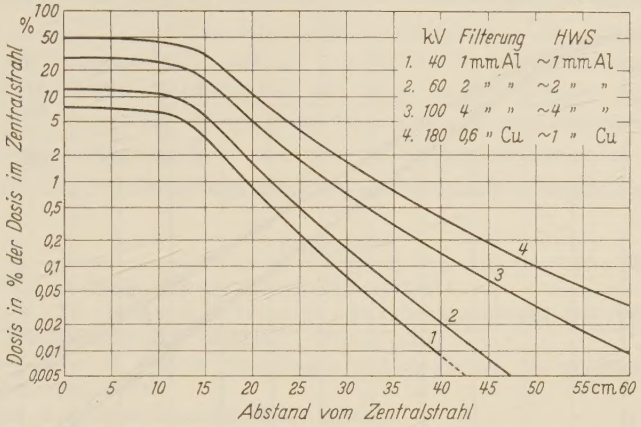


Abb. 5. Streustrahlung außerhalb des Strahlenkegels gemessen in 10 cm Phantomtiefe bei Feldgrößen von 900 cm²

bieten die hier mitgeteilten den Vorteil, daß sie unter genau gleichen Bedingungen mit Strahlungen verschiedener Qualität, einschließlich weicher Strahlungen (bis 1 mm *Al HWS*), bei verschiedenen Feldgrößen ausgeführt wurden.

3. Einfluß der Homogenität der Strahlung auf die relative Tiefendosis und die bündelfremde Streustrahlung

Es ist allgemein üblich, die Qualität einer Strahlung zunächst durch Angabe ihrer *HWS* zu charakterisieren. Nur in Sonderfällen wird auch der Homogenitätsgrad, d. h. das Verhältnis der 1. zur 2. *HWS* angegeben. Von der noch genaueren Qualitätsbestimmung, das ist der Angabe der Schwächungskurve wird dagegen in der Regel Abstand genommen.

Nun werden aber besonders in der Diagnostik häufig Strahlungen sehr verschiedener Homogenität verwendet, da es hier den verschiedenen Apparaturen und Erfordernissen bei den einzelnen Untersuchungen entsprechend üblich ist, mit sehr unterschiedlichen Filterstärken zu arbeiten.

Obwohl bereits Christen [*1*] sowie Holthusen und Braun [*4*] darauf hingewiesen haben, daß die Angabe der *HWS* meist genügt, den Dosisabfall zu charakterisieren, schien es uns doch wert, einmal Messungen der relativen Tiefendosis bei Strahlungen sehr verschiedener Homogenität vorzunehmen. Weiterhin haben wir dann aber den Einfluß der Strahlenhomogenität auch auf die bündelfremde Streustrahlung untersucht. Die Ergebnisse sind in den Abb. 6 und 7 wiedergegeben.

Aus den Abb. 6 und 7 ergibt sich, daß sowohl die relative Tiefendosis als auch die bündelfremde Streustrahlung von der Homogenität der benützten Strahlungen nur wenig abhängig ist. In beiden Abbildungen zeigt sich zwar deutlich, daß bei den stark heterogenen Strahlungen erst die weichen Strahlungen bevorzugt absorbiert werden, daß dann der verbleibende Strahlenrest aber härter und durchdringender ist. Praktisch fallen die Unterschiede, die sich nur in größeren Phantomtiefen deutlich äußern, jedoch in der Regel wenig ins Gewicht.

Man kann also wohl raten, auch bei den die Diagnostik betreffenden grundsätzlichen dosimetrischen Untersuchungen aus Gründen der Einheitlichkeit und klaren Definition im allgemeinen am besten Normalstrahlungen (Wachsmann [5])

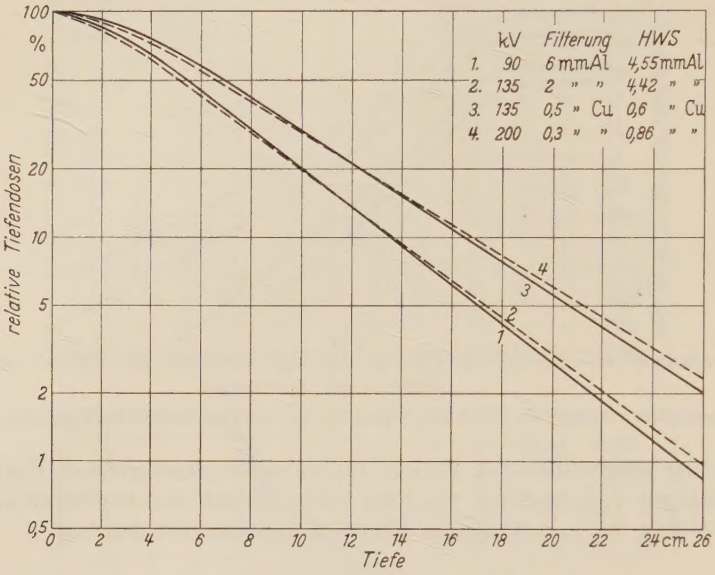


Abb. 6. Tiefendosiskurven von Strahlungen verschiedener Homogenität (Feldgröße 100 cm², FHA 40 cm)

zu benützen, da die dabei gewonnenen Ergebnisse mit guter Genauigkeit für alle Strahlungen der gleichen *HWS* Gültigkeit besitzen, auch wenn deren Homogenität stark von der Homogenität von Normalstrahlungen abweicht.

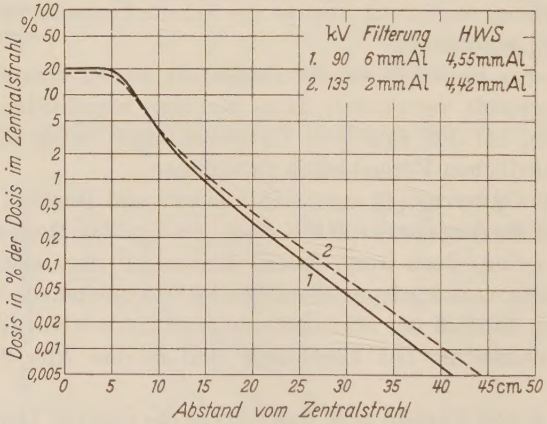


Abb. 7. Bündelfremde Streustrahlung bei Strahlungen verschiedener Homogenität (gemessen in 10 cm Phantomtiefe, Feldgröße 100 cm², FHA 40 cm). Die angegebenen Werte sind auf die im Zentralstrahl an der Körperoberfläche gemessenen Dosen bezogen

Zusammenfassung

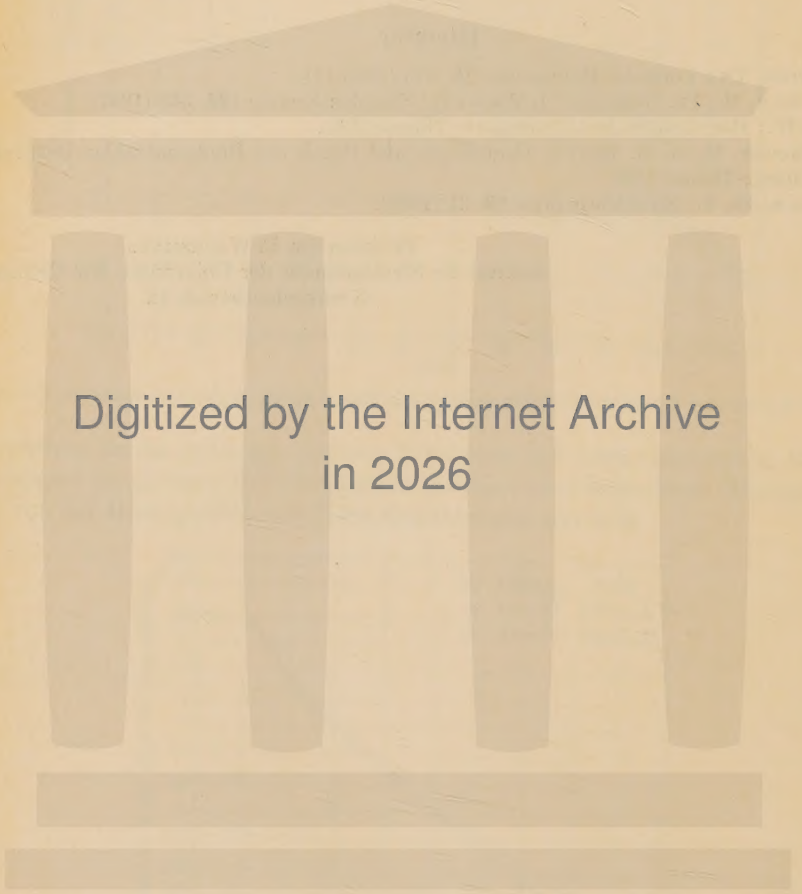
Durch Phantommessungen wird festgestellt, daß bei einer Erhöhung der Feldgröße über 400 cm² bei weichen Strahlungen von 1 mm *Al HWS* überhaupt keine

meßbare und bei Strahlungen von 1 mm *Cu HWS* nur eine sehr geringe Anhebung der relativen Tiefendosis erfolgt. Dann werden Einzelheiten über die Größe der bündelfremden Streustrahlung für Feldgrößen von 100 und 900 cm^2, gemessen an der Phantomoberfläche und in 10 cm Tiefe, mitgeteilt. Die Angabe der *HWS* genügt, den Tiefendosisabfall und die bündelfremde Streustrahlung zu charakterisieren, da der Homogenitätsgrad auf diese beiden Größen nur einen sehr kleinen Einfluß besitzt. Eine eingehende Analyse der Strahlungsintensitätskurven für das primäre Strahlenbündel und für den Streustrahlenmantel in Abhängigkeit von der Härte der Strahlung muß noch durchgeführt werden.

Literatur

[1] Christen, Th.: Fortschr. Röntgenstr. **16**, 273 (1910/11).
[2] Dorneich, M., Th. Götz und H. Weigand: Strahlentherapie **104**, 549 (1957).
[3] Frik, W.: Hartstrahltechnik. Stuttgart: Thieme 1961.
[4] Holthusen, H., u. R. Braun: Grundlagen und Praxis der Röntgenstrahlen-Dosierung. Leipzig: Thieme 1933.
[5] Wachsmann, F.: Strahlentherapie **83**, 31 (1950).

Professor Dr. F. Wachsmann
Institut für Strahlenkunde der Universität, 852 Erlangen,
Krankenhausstraße 12


Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41536528_0116

Lebenslauf.

Ich, Rainer Jaschke, bin am 16. Juli 1936 als Sohn des Dentisten Hubert Jaschke und dessen Ehefrau Helene, geb. Slanina, in Kreuzburg/Oberschlesien geboren. Von September 1942 bis Dezember 1944 besuchte ich die dortige Volksschule. Durch die Kriegsereignisse mußten wir im Januar 1945 Kreuzburg verlassen. Im Herbst kamen wir nach Pfarrkirchen/Ndb., wo ich bis Sommer 1946 die Volksschule besuchte.- 1946 im September trat ich in das Gymnasium in Schweiklberg bei Vilshofen/Donau ein. Ende 1951 wechselte ich in die Oberrealschule in Pfarrkirchen über, die ich bis zum Abitur 1956 besuchte. Von April bis August 1957 leistete ich freiwillig meine Wehrpflicht ab. Seit dem Wintersemester 1957/58 studierte ich an der Ludwig-Maximilian-Universität in München Zahnmedizin und bestand dort im Juli 1960 die zahnärztliche Vorprüfung. Im November 1960 immatrikulierte ich mich an der Friedrich-Alexander-Universität in Erlangen und bin seit Januar 1962 mit der Abfassung meiner Doktorarbeit beschäftigt.